

T S5/5/1

5/5/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2005 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

07250580 **Image available**

STAGE EQUIPMENT AND ALIGNER

PUB. NO.: 2002-119038 [JP 2002119038 A]

PUBLISHED: April 19, 2002 (20020419)

INVENTOR(s): YODA YASUSHI

TANAKA KEIICHI

APPLICANT(s): NIKON CORP

APPL. NO.: 2000-311487 [JP 2000311487]

FILED: October 12, 2000 (20001012)

INTL CLASS: H02K-041/02; F16C-032/06; G03F-009/00; G12B-005/00;

H01L-021/027; H01L-021/68; H02K-041/03

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide stage equipment where the disturbances of a magnetic field is little, equipment is simple and controllability can be improved.

SOLUTION: The stage equipment 1 is provided with a wafer table 32 for mounting a wafer, arms 41 for stretching in the symmetrical directions setting the wafer table 32 as a center, and movable stages 71a, 71b, etc. Planar motor needles 45 are installed on both ends of the arms 41, and can move in two directions (X direction, Y direction) of a guide plane and around a shaft (θ direction), perpendicular to the guide plane. Guide 73a, 73b are engaged with the movable stages 71a, 71b via gas bearings. Guides 77, 78, 79 are engaged with sliders 75, 76 connected with the guides 73a, 73b via gas bearings. Vertical and horizontal sliding surfaces of the slider 75 are guided by gas bearings, and only the vertical surface of the slider 76 is guided.

COPYRIGHT: (C) 2002, JPO

?

(19)日本特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-119038
(P2002-119038A)

(43)公開日 平成14年4月19日(2002.4.19)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	FI	キーワード(参考)
H02K 41/02		H02K 41/02	C 2F078
F16C 32/06		F16C 32/06	A 3J102
G03F 9/00		G03F 9/00	H 5F031
G12B 5/00		G12B 5/00	T 5F056
H01L 21/027		H01L 21/68	K 5H641

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-311487(P2000-311487)

(22)出願日 平成12年10月12日(2000.10.12)

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 依田 安史

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内

(72)発明者 田中 慶一

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内

(74)代理人 100100413

弁理士 渡部 温 (外1名)

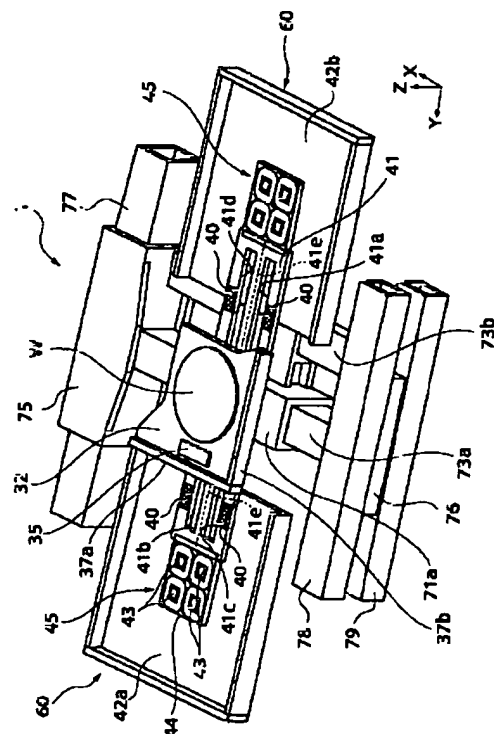
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ステージ装置及び露光装置

(57)【要約】

【課題】 磁場の乱れが少なく、装置が簡単で、制御性を向上できるステージ装置を提供する。

【解決手段】 ステージ装置1は、ウェハを載置するウェハテーブル32と、ウェハテーブル32を中心として対称な方向に延びるアーム41と、移動ステージ71a、71b等を具備している。アーム41の両端には、平面モータ可動子45が設けられており、ガイド平面の2方向(X方向、Y方向)及びガイド平面に直交する軸の周り(θ方向)に運動可能である。移動ステージ71a、71bには、気体軸受を介してガイド73a、73bが嵌合されている。ガイド73a、73bに接続されたスライダ75、76には、気体軸受を介して、ガイド77、78、79が嵌合されている。スライダ75は上下左右の摺動面を気体軸受でガイドされ、スライダ76は上下面のみをガイドされる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 水平面（XY平面）内でステージを駆動・位置決めするステージ装置であって、

該平面内におけるある方向（Y軸方向）に延びる2本のガイド部材（Y軸ガイド部材）と、

該Y軸ガイド部材の各々に対して非接触気体軸受を介してガイドされる2つのスライダ（Y軸スライダ）と、

該2つのY軸スライダの相互間に掛け渡された、他の方向（X軸方向）に延びる移動ガイド（X軸移動ガイド）と、

該X軸移動ガイドに対して非接触気体軸受を介してガイドされるスライダ（X軸スライダ）と、

該X軸スライダに搭載されたステージと、
を具備し、

前記2つのY軸スライダの内、一方は上下左右の摺動面を前記非接触気体軸受でガイドされ、他方は上下面のみを前記非接触気体軸受でガイドされることを特徴とするステージ装置。

【請求項2】 前記X軸移動ガイドが、前記2つのY軸スライダ間に、平行に2本掛け渡されていることを特徴とする請求項1記載のステージ装置。

【請求項3】 前記軸受が空気軸受（エアパッド）であって、

前記スライダの両端近傍に前記気体軸受のエアの回収・排気を行う排気溝（ガードリング）が形成されていることを特徴とする請求項1記載のステージ装置。

【請求項4】 前記軸受が空気軸受（エアパッド）であって、

前記軸受へのエア供給・回収・排気を行う通路が、前記ガイドの内部に形成されていることを特徴とする請求項1記載のステージ装置。

【請求項5】 前記ステージに、該ステージを中心として対称な方向に延びるアームが連結されており、

該アームの各々の端部における、前記ステージを中心とする対称な位置に、複数のリニアモータ又は平面モータの可動子が配置されていることを特徴とする請求項1記載のステージ装置。

【請求項6】 前記リニアモータが、前記ステージを中心とする対称な両端部の位置の上下に、計4個積層された構造で配置されており、

前記4個のリニアモータの内、対角に位置する2つのリニアモータで前記ステージのX方向の駆動を行うとともに、他方の対角に位置する2つのリニアモータで前記ステージのY方向の駆動を行うことを特徴とする請求項5記載のステージ装置。

【請求項7】 前記複数の平面モータの駆動合力点が前記ステージ等の可動部材の重心とがほぼ一致していることを特徴とする請求項5記載のステージ装置。

【請求項8】 前記ステージに、該ステージを中心として対称な方向に延びるアームが連結されており、

該アームの各々の端部における、前記ステージを中心とする対称な両端部の位置に、一組のリニアモータが配置されており、

前記2つのY方向スライダにおける、前記ステージを中心とする対称な両端部の位置にも、他の一組のリニアモータが配置されていることを特徴とする請求項1記載のステージ装置。

【請求項9】 前記ステージを前記XY平面に直交する軸の周り（ θ 方向）の若干の自由度を持たせるとともに、

前記複数のリニアモータ、あるいは、平面モータの推力を制御し該ステージを前記 θ 方向にも運動可能とすることを特徴とする請求項5～8いずれか1項記載のステージ装置。

【請求項10】 前記ステージを前記XY平面に直交する軸の周り（ θ 方向）の若干の自由度を持たせるように前記軸受を配置し、

前記複数のリニアモータ、あるいは、平面モータの推力を制御し該ステージを前記 θ 方向にも運動可能とすることを特徴とする請求項5～8いずれか1項記載のステージ装置。

【請求項11】 前記リニアモータの可動子が電機子コイルであることを特徴とする請求項5、6、8、9いずれか1項記載のステージ装置。

【請求項12】 前記平面モータ又はリニアモータの可動子を冷却する冷却液が流入出する通路が前記アームの内部に形成されていることを特徴とする5～11いずれか1項記載のステージ装置。

【請求項13】 前記アームに複数の除振アクチュエータが付設されていることを特徴とする請求項5記載のステージ装置。

【請求項14】 前記除振アクチュエータがピエゾ素子又は磁歪素子であることを特徴とする請求項13記載のステージ装置。

【請求項15】 感応基板上にパターンを転写する露光装置であって、請求項1～14いずれか1項記載のステージ装置を備えることを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、荷電粒子ビーム露光装置等に用いられる精密移動・位置決め用のステージ装置に関する。特には、磁場の乱れが少なく、装置の構成が簡単で、制御性を向上できるステージ装置に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】従来より、精密移動・位置決め用のステージ装置としては、様々な形態のものが開発されている。

【0003】特開昭62-182692には、ボックス型のエアベアリング（気体軸受）を有する2軸エアステ

ージ装置が開示されている。図10は、特開昭62-182692に開示されたステージ装置140を示す斜視図である。このステージ装置140は定盤141を備える。定盤141上には、2つのボックス型をしたベースガイド142が載置されている。ベースガイド142の内面には、永久磁石板が貼着されており、モータヨーク142aを形成している。2つのベースガイド142の上部には、各々ボックス型をしたコイルボビン143が嵌合されている。これらのモータヨーク142aとコイルボビン143はリニアモータを構成しており、X方向に移動できる。

【0004】2つのコイルボビン143の間には、ボックス型をした可動ガイド144が掛け渡されている。可動ガイド144の内面には、永久磁石板が貼着されており、モータヨーク144aを形成している。可動ガイド144の上部には、ボックス型をしたコイルボビン145が嵌合されている。これらのモータヨーク144aとコイルボビン145はリニアモータを構成しており、Y方向に移動できる。なお、コイルボビン145上には、ウェハ等を載置するステージ146が設置されている。

【0005】このステージ装置140のコイルボビン143、145の内側の各面には、それぞれモータヨーク142a、144aに対向した位置に空気噴出し孔（図示せず）が設けられている。空気噴出し孔からコイルボビン143、145とモータヨーク142a、144aの隙間に空気を噴出させることにより、空気軸受を構成している。

【0006】このステージ装置140には、以下のような問題点が存在する。

(1) このステージ装置140は、ガイドに沿って動く1つの軸（ベースガイド142及びコイルボビン143）が在り、その軸上にもう1つの軸（可動ガイド144及びコイルボビン145）を積み重ねた構造になっている。つまり、一方の可動軸の上部に他方の可動軸を積み重ねるいわゆる積み重ね構造であり、下側の可動軸が大型になってしまう。

(2) 空気軸受から噴出した空気を回収する手段がないため真空中では使用できない。

(3) リニアモータに永久磁石を用いているため、ステージの移動に伴い磁場変動が相当程度発生する。そのため、荷電粒子ビームが磁場変動の影響を受けてしまい、数nmの精度を要する荷電粒子ビーム露光には用いることができない。

【0007】WO99/66221には、移動体側にエアベアリングのパッドを設けた一軸の真空エアステージ装置が開示されている。図11は、WO99/66221に開示されたステージ装置を示す断面図である。図12は、同ステージ装置のエアベアリングの構成を示す分解斜視図である。このステージ装置150は定盤等の設置面G上に搭載されている。ステージ装置150の左右

には、固定部材155を介して、コの字型をした2つの可動軸固定部152が対向するように設置されている。

2つの可動軸固定部152には、可動軸153がある隙間を持って嵌合されている。詳しくは後述するように、可動軸固定部152と可動軸153とはエアベアリングを構成している。可動軸153の上部には、ステージ161が設けられており、ウェハ163等が載置される。

【0008】可動軸153の下部には、下向きに凸型をした可動子156が設けられている。一方、設置面G上のステージ装置150の中央部には、断面が凹型をした固定子157が配置されている。可動子156と固定子157とは、ある隙間を持って嵌合されており、リニアモータを形成している。可動子153は、図11の紙面の垂直方向（Y方向）に移動可能である。

【0009】ここで、エアベアリングの構成について図12を参照しつつ説明する。図12には、図11のステージ装置のエアベアリングの一部が示されている。エアベアリングは、ステージ装置に固定されている固定部152と、その間を摺動する可動部153からなる。固定部152は、さらに、固定部上面152a、固定部側面152b、固定部下面152cとに分割されている。図12においては、固定部152aと152bは、破線で示した部分から開いた形で示してある。

【0010】可動部153の上面と側面には、多孔性の部材からなるエアパッド153aが、それぞれ2つずつ設けられている。エアパッド153aには、チューブ153bを介して気体供給源158から気体が供給される。2つのエアパッド153aの周りには、ガードリング153cが形成されている。固定部上面152aと固定部側面152bには、ガードリング153cに対向する位置に排気口154aが設けられている。排気口154aには、金属製の配管154bを介してロータリー排気ポンプ159が接続されている。同ポンプ159により、エアパッド153aから噴出した気体を排気する。

【0011】可動部153は、図中に示すY方向に移動する。このときのガードリング153cの移動範囲の両端の位置が固定部側面152bに破線で示されている。図から分るように、ガードリング153cの移動範囲の両端の位置は常に排気口154aと交わりながら動くので、エアパッド153aから噴出した気体は外部にほとんど洩れることなく排気される。

【0012】このWO99/66221に開示されているステージ装置は、真空中で使用することができる。しかし、同装置は一軸ステージであって、2軸ステージ装置に適用するには、この一軸ステージ装置を二段に積み重ねる必要があり、装置が大型になってしまう。また、エアパッド153aは、可動部153の上面と側面にそれぞれ2つずつ設けられている。そのため、2軸ステージ装置に適用するとエアパッドの数が多くなり、真空中へのリークが相当な量となる。

【0013】可動部153には、エアパッド153aに気体を供給するためのチューブ153bが接続されている。そのため、チューブ153bの張力が可動部153の制御性に悪影響を及ぼす可能性がある。また、リニアモータのコイルを冷却するための冷却媒体用配管を形成する必要がある、可動部に冷却媒体の配管を接続しなければならないので、制御性に悪影響を及ぼす可能性がある。

【0014】上記の他に、ガードリングの排気通路が可動部に形成されており、可動部に真空排気用の太いチューブを接続する例もある。この場合にも、チューブの張力が可動部の制御性に悪影響を及ぼす可能性がある。

【0015】特開平9-34135には、空気軸受とバキュームパッドを利用してテーブルにZ方向の与圧を与えるタイプのステージ装置が開示されている。図13は、特開平9-34135に開示されたステージ装置を示す斜視図である。図14は、同ステージ装置の平面図である。このステージ装置170の下部には、定盤171が示されている。定盤171上の各辺の端部には、Y方向に延びる第1案内ガイド173a、173b及びX方向に延びる第2案内ガイド174a、174bが設置されている。第1案内ガイド173a、173bの下部には、それぞれ固定子（永久磁石）176a、176bが配置されている。第2案内ガイド174a、174bの上部には、それぞれ固定子（永久磁石）177a、177bが配置されている。

【0016】第1案内ガイド173a、173bの間には、Y軸方向に移動するY案内ビーム179が配置されている。Y案内ビーム179の両端部にはリニアモータコイル（図示せず）が設けられており、同コイルと固定子176a、176bとでリニアモータを構成している。第2案内ガイド174a、174bの間には、X軸方向に移動するX案内ビーム178が配置されている。X案内ビーム178の両端部にはリニアモータコイル（図示せず）が設けられており、同コイルと固定子177a、177bとでリニアモータを構成している。案内ビーム178、179上には、ステージ181が載置されている。ステージ181には、ウェハ等を吸着固定する静電チャック等が設けられている。

【0017】図14に示すように、X案内ビーム178の下には、空気軸受183a、183b、183c、183dが設けられている。これらの空気軸受の作用により、X案内ビーム178は、定盤171の面に接触しないように案内され、低摩擦でX方向に摺動する。Y案内ビーム179の下にも、空気軸受184a、184b、184c、184dが設けられている。また、定盤171の中央には、空気軸受184eが設けられており、Y案内ビーム179の中央部の荷重を定盤171で支えるので、Y案内ビーム179の剛性を低くすることができる。ステージ181の下にも、3つの空気軸受185

a、185b、185cが設けられている。これらの軸受の作用により、ステージ181にかかる荷重がダイレクトに定盤171で支えられるのでステージの剛性が高くなっている。

【0018】このステージ装置は、定盤に設けられたバキュームパッドと空気軸受を利用して移動テーブルにZ方向の与圧を与えたものである。この装置では、移動テーブル等の重量を定盤で受けることができるとともに与圧のメカニズムもシンプルであるので、特開昭62-182692等を開示されたステージ装置に比べて装置の軽量化が可能である。しかし、このステージ装置は、真空中ではバキュームによる与圧がかけられない。バキュームの替りに磁石吸引力による与圧をかけることも考えられるが、磁場変動を嫌う荷電粒子線露光装置には使用しにくい。

【0019】本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであって、磁場の乱れが少なく、装置が簡単で、制御性を向上できるステージ装置を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明のステージ装置は、水平面（XY平面）内でステージを駆動・位置決めするステージ装置であって、該平面内におけるある方向（Y軸方向）に延びる2本のガイド部材（Y軸ガイド部材）と、該Y軸ガイド部材の各々に対して非接触気体軸受を介してガイドされる2つのスライダ（Y軸スライダ）と、該2つのY軸スライダの相互間に掛け渡された、他の方向（X軸方向）に延びる移動ガイド（X軸移動ガイド）と、該X軸移動ガイドに対して非接触気体軸受を介してガイドされるスライダ（X軸スライダ）と、該X軸スライダに搭載されたステージと、を具備し、前記2つのY軸スライダの内、一方は上下左右の摺動面を前記非接触気体軸受でガイドされ、他方は上下面のみを前記非接触気体軸受でガイドされることを特徴とする。

【0021】これにより、ステージ装置をコンパクトにすることができ、製作・組み立ても容易にできる。また、エアパッドの数を少なくできるので、軸受から気体放出量を軽減することができる。

【0022】前記ステージ装置においては、前記X軸移動ガイドが、前記2つのY軸スライダ間に、平行に2本掛け渡されていることが好ましい。これにより、ステージのX軸周りのガタを軽減することができる。

【0023】前記ステージ装置においては、前記軸受が空気軸受（エアパッド）であって、前記スライダの両端近傍に前記気体軸受のエアの回収・排気を行う排気溝（ガードリング）が形成されていることが好ましい。これにより、エア漏れを軽減できるので、真空中でも使用できる。

【0024】前記ステージ装置においては、前記軸受

が空気軸受（エアパッド）であって、前記軸受へのエア供給・回収・排気を行う通路が、前記ガイドの内部に形成されていることが好ましい。これにより、スライダ等にエア供給・回収・排気を行う配管を設ける必要がなくなり、制御性が向上する。

【0025】前記ステージ装置においては、前記ステージに、該ステージを中心として対称な方向に延びるアームが連結されており、該アームの各々の端部における、前記ステージを中心とする対称な位置に、複数のリニアモータ又は平面モータの可動子が配置されていることが好ましい。

【0026】ステージ駆動用の可動子がステージを中心とする対称な位置に配置されているので、ステージの動きがスムーズである。また、ステージから離れたアームの端部に可動子が配置されているので、該可動子の移動に伴う磁場変動がステージ上に及びにくい。なお、リニアモータには、電磁式、静電式、電歪式（超音波式を含む）及び磁歪式等のものを用いることができる。

【0027】前記ステージ装置においては、前記リニアモータが、前記ステージを中心とする対称な両端部の位置の上下に、計4個積層された構造で配置されており、前記4個のリニアモータの内、対角に位置する2つのリニアモータで前記ステージのX方向の駆動を行うとともに、他方の対角に位置する2つのリニアモータで前記ステージのY方向の駆動を行うこともできる。これにより、駆動力の合点がステージの可動部材の重心位置とほぼ一致しているので、ステージの重心部に駆動力を与えることができ、高精度・高速に位置制御ができる。

【0028】前記ステージ装置においては、前記複数の平面モータの駆動合力点が前記ステージ等の可動部材の重心とがほぼ一致していることが好ましい。

【0029】前記ステージ装置においては、前記ステージに、該ステージを中心として対称な方向に延びるアームが連結されており、該アームの各々の端部における、前記ステージを中心とする対称な両端部の位置に、一組のリニアモータが配置されており、前記2つのY方向スライダにおける、前記ステージを中心とする対称な両端部の位置にも、他の一組のリニアモータが配置されていることもできる。

【0030】前記ステージ装置においては、前記ステージを前記XY平面に直交する軸の周り（ θ 方向）の若干の自由度を持たせるとともに、前記複数のリニアモータ、あるいは、平面モータの推力を制御し該ステージを前記 θ 方向にも運動可能とすることもできる。これにより、特別の機構を必要としないで θ 方向の運動も実現できる。

【0031】前記ステージ装置においては、前記ステージを前記XY平面に直交する軸の周り（ θ 方向）の若干の自由度を持たせるように前記軸受を配置し、前記複数のリニアモータ、あるいは、平面モータの推力を制

御し該ステージを前記 θ 方向にも運動可能とすることもできる。

【0032】前記ステージ装置においては、前記リニアモータの可動子が電機子コイルであることが好ましい。これにより、磁場変動を少なくでき、荷電粒子線露光装置等に用いる場合には、荷電粒子ビームに与える悪影響を低減することができる。

【0033】前記ステージ装置においては、前記平面モータ又はリニアモータの可動子を冷却する冷却液が流入出する通路が前記アームの内部に形成されていることが好ましい。これにより、アームの外部に冷却液を供給する配管を接続する必要がなくなり、ステージの制御性が向上する。

【0034】前記ステージ装置においては、前記アームに複数の除振アクチュエータが付設されていることが好ましい。これにより、アームの振動を軽減することができる。

【0035】前記ステージ装置においては、前記除振アクチュエータがピエゾ素子又は磁歪素子であることが好ましい。

【0036】本発明の露光装置は、感応基板上にパターンを転写する露光装置であって、上記いずれかの態様のステージ装置を備えることを特徴とする。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ説明する。まず、図9を参照しつつ本発明の実施の形態に係るステージ装置を搭載できる荷電粒子ビーム（電子線）露光装置について説明する。なお、本発明に係るステージ装置の一部は、大気中で使用することもでき、荷電粒子ビーム露光装置に限らず、様々な用途に使用できる。

【0038】図9には、電子線露光装置100が模式的に示されている。電子線露光装置100の上部には、光学鏡筒101が示されている。光学鏡筒101の図の右側には、真空ポンプ102が設置されており、光学鏡筒101内を真空に保っている。

【0039】光学鏡筒101の上部には、電子銃103が配置されており、下方に向けて電子線を放射する。電子銃103の下方には、順にコンデンサレンズ104、電子線偏向器105、マスクMが配置されている。電子銃103から放射された電子線は、コンデンサレンズ104によって収束される。続いて、偏向器105により図の横方向に順次走査され、光学系の視野内にあるマスクMの各小領域（サブフィールド）の照明が行われる。

【0040】マスクMは、マスクステージ111の上部に設けられたチャック110に静電吸着等により固定されている。マスクステージ111は、定盤116に載置されている。

【0041】マスクステージ111には、図の左方に示す駆動装置112が接続されている。駆動装置112は、ドライバ114を介して、制御装置115に接続さ

れている。また、マスクステージ111の図の右方にはレーザ干渉計113が設置されている。レーザ干渉計113は、制御装置115に接続されている。レーザ干渉計113で計測されたマスクステージ111の正確な位置情報が制御装置115に入力される。それに基づき、制御装置115からドライバ114に指令が送出され、駆動装置112が駆動される。このようにして、マスクステージ111の位置をリアルタイムで正確にフィードバック制御することができる。

【0042】定盤116の下方には、ウェハチャンバ121が示されている。ウェハチャンバ121の図の右側には、真空ポンプ122が設置されており、ウェハチャンバ121内を真空中に保っている。ウェハチャンバ121内には、上方からコンデンサレンズ124、偏向器125、ウェハWが配置されている。

【0043】マスクMを通過した電子線は、コンデンサレンズ124により収束される。コンデンサレンズ124を通過した電子線は、偏向器125により偏向され、ウェハW上の所定の位置にマスクMの像が結像される。

【0044】ウェハWは、ウェハステージ131の上部に設けられたチャック130に静電吸着等により固定されている。ウェハステージ131は、定盤136に載置されている。ウェハステージ131には、図の左方に示したように駆動装置132が接続されている。駆動装置132は、ドライバ134を介して、制御装置115に接続されている。また、ウェハステージ131の図の右方にはレーザ干渉計113が設置されている。レーザ干渉計113は、制御装置115に接続されている。レーザ干渉計113で計測されたウェハステージ131の正確な位置情報が制御装置115に入力される。それに基づき、制御装置115からドライバ134に指令が送出され、駆動装置132が駆動される。このようにして、ウェハステージ131の位置をリアルタイムで正確にフィードバック制御することができる。

【0045】次に、本発明の第1の実施の形態に係るステージ装置について説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態に係るステージ装置の全体構成を示す斜視図である。図2は、同ステージ装置を下方から見た斜視図である。図3は、リニアモータ可動子の側面断面図である。図4は、平面モータの構造を示す平面図である。図5は、スライダに設けられた気体軸受の構成を示す分解斜視図である。

【0046】まず、ステージ装置全体の概略について説明する。図1、2には、本発明の第1の実施の形態に係るステージ装置1が示されている。ステージ装置1は、図9の露光装置におけるウェハステージ131にあたる。このステージ装置1は、ウェハを載置するウェハテーブル32と、ウェハテーブル32を中心として対称な方向に延びるアーム41と、移動ステージ71a、71b等を具備している。アーム41の両端には、平面モ

タ可動子45が設けられており、ガイド平面の2方向（X方向、Y方向）及びガイド平面に直交する軸の周り（ θ 方向）に運動可能である。

【0047】移動ステージ71a、71bは、気体軸受（図示せず、図5参照）を介してガイド73a、73bに嵌合しており、移動ステージ71a、71bはX軸上を低摩擦で摺動可能である。ガイド73a、73bの両端部に接続されたスライダ75、76は、気体軸受（図示せず、図5参照）を介して、ガイド77、78、79に嵌合しており、移動ステージ71a、71b等はY軸上を低摩擦で摺動可能である。なお、気体軸受（エアパッド）は、移動ステージ71a、スライダ75の上下左右の摺動面、及び、移動ステージ71b、スライダ76の上下面に付設されている。

【0048】以下、より具体的に説明する。ステージ装置1の上部には、ウェハWを載置したウェハテーブル32が示されている。ウェハテーブル32上には、図示はしていないが、静電チャック等の装置があり、ウェハWを固定している。静電チャックとウェハWの間には、溝が掘られており、Heガスが充填される。Heガスは、移動ステージ71a等に接続された図示せぬ配管から給排気される。

【0049】ウェハテーブル32上のウェハWの図1の左側には、ウェハテーブル32のZ方向の位置等を確認するためのマークプレート35が載置されている。ウェハテーブル32の側面の2箇所には、センサプレート37a、37bが設置されている。センサプレート37a、37bの側面は高精度に研磨されており、図9に示したレーザ干渉計113等の反射面として利用される。ウェハテーブル32の下部には、アーム41が設けられている。

【0050】アーム41は、ある厚さを持った長方形の平板であって、Y方向に長い4つの孔41a、41b、41c、41dが形成されている。このように可動部材の重量を最小限にすることで、駆動性能を向上できる。アーム41の外枠の4箇所には、除振アクチュエータとしてピエゾ素子40が付設されている。このピエゾ素子40は、制御された伸縮動作を行って、アーム41の振動をキャンセルする。これにより、アーム41等を駆動した際の振動を最小限に抑えることができる。

【0051】アーム41の両端には、正方形をした平面モータ可動子45が設けられている。リニアモータ可動子45は、キャン44と、その内部にある扁平コイル43とからなる。アーム41の内部には、コイルを冷却するための冷却媒体の通路とコイルを駆動する電気配線の通路41eが形成されている。通路は移動ステージ71a等に接続された図示せぬ配管に接続されており、ステージ装置1の外部から冷却媒体を循環供給する。

【0052】図3を参照しつつリニアモータ可動子45について詳しく説明する。アーム41には、図3に詳し

く示すように、上面が開口になっている箱型のキャン44aが接続されている。箱型のキャン44aには、図1に示すように、4つの扁平コイル43a、43b、43c、43dが並べて接着剤等で固定されている。箱型のキャン44aの上部には、平板のキャン44bが載置されている。キャン44a、44bには、コイル43a、43b、43c、43dを冷却するための冷却媒体の通路（図示せず）が形成されている。通路はアーム41の冷却媒体の通路に接続されており、ステージ装置1の外部からコイルに冷却媒体を供給する。また、キャン44a又は44bには、コイルの配線を通すための孔（図示せず）が開けられている。なお、アーム41、キャン44a、44b等は、セラミックス又はエンジニアリングプラスチック、あるいはオーステナイト系ステンレス等の非磁性体で形成される。

【0053】平面モータ可動子45の下方には、図1に示すように、リニアモータ固定子42a、42bが示されている。リニアモータ固定子42a、42bは、実際にはステージ装置の中央側の端面が開口となっている平坦な箱型をしているが、図1では上面を図示省略している。リニアモータ可動子45とリニアモータ固定子42a、42bとで平面モータを構成し、移動ステージ71a、71bはガイド平面の2方向（X方向、Y方向）及びガイド平面に直交する軸の周り（ θ 方向）に運動可能である。リニアモータ固定子42a、42bの内側の上下面には、後述する磁極ユニット46a、46bが設けられている。

【0054】図4を参照しつつ平面モータについて詳しく説明する。図4には、平面モータ60が示されている。平面モータ60は、一枚の磁極ユニット46（図1、2に示す磁極ユニット46a又は46b）を有する。磁極ユニット46の最外周部には、縦もしくは横の内一方の長さが $L/2$ の長方形をした永久磁石63Sと63Nが配置されている。永久磁石63Sの磁極面の極性はS極であり、永久磁石63Nの磁極面の極性はN極である。また、磁極ユニット46の4隅には、一辺が $L/2$ のN極の永久磁石62Nが配置されている。永久磁石62Nの磁極面の極性はN極である。磁極ユニット46の周辺部以外の部分には、一辺が L の正方形をした永久磁石61Sと61Nが一升おきに交互に配置されている。永久磁石61Sの磁極面の極性はS極であり、永久磁石61Nの磁極面の極性はN極である。

【0055】各永久磁石61S、61Nの図の上下左右にも、それぞれ永久磁石64が配置されている。永久磁石64も、一辺が L の正方形をしている。最外周部の永久磁石63Sと63Nの間にも、縦もしくは横の内一方の長さが $L/2$ の長方形をした永久磁石65が配置されている。永久磁石64、65は、それぞれの隣り合う永久磁石61S、61N、63S、63N、62Nの磁極面の磁性与同一になるように配置されている。例えば、

永久磁石61Sと61Nの間の永久磁石64は、S極を永久磁石61Sの方に向け、N極を永久磁石61Nの方に向けて配置する。ただし、後述するコイル43a、43b、43c、43dの下部の永久磁石64、65の図示は省略してある。

【0056】このように永久磁石を配置することにより、平面モータ60の上下面で磁気回路が閉じた構成になる。そのため、平面モータ60の上下面から漏れる磁束を磁氣的にシールドでき、周辺部品や周辺装置に悪影響を与える漏れ磁束量や磁場変動量を低減できる。

【0057】磁極ユニット46の中央付近の上部には、図1に示したように、扁平コイル43a、43b、43c、43dが並んで配置されている。なお、この図においては、図3に示したキャン44a、44b等の図示は省略した。コイル43aの下部には、図の中央上方に永久磁石61Nが、図の中央下方に永久磁石61Sが存在する。コイル43bの下部には、図の左上方と右下方に永久磁石61Nが、図の右上方と左下方に永久磁石61Sが存在する。コイル43cの下部には、図の中央左方に永久磁石61Nが、図の中央右方に永久磁石61Nが存在する。コイル43dの下部には、図の中央に永久磁石61Nが存在する。

【0058】次に、この永久磁石とコイルで構成される平面モータ60の駆動方法について説明する。平面モータ60を構成する各コイル43a、43b、43c、43dに電流を流すと、ローレンツ力の作用により、各コイルからなるリニアモータ可動子45がリニアモータ固定子42a、42b内を駆動する。

【0059】具体的には、コイル43aに紙面に垂直な（Z軸）上方から見て左回りに電流を流すと、ローレンツ力の作用により、リニアモータ可動子45は図の上方（X軸）に駆動する。当然、紙面に垂直な（Z軸）上方から見て右回りに電流を流すと、ローレンツ力の作用により、リニアモータ可動子45は図の下方（X軸）に駆動する。コイル43bに電流を流すと、対角線上にある同極の永久磁石から受ける力が常に逆方向になるので、打ち消しあってリニアモータ可動子45は動かない。コイル43cに紙面に垂直な（Z軸）上方から見て左回りに電流を流すと、ローレンツ力の作用により、リニアモータ可動子45は図の左方（Y軸）に駆動する。当然、紙面に垂直な（Z軸）上方から見て右回りに電流を流すと、ローレンツ力の作用により、リニアモータ可動子45は図の右方（Y軸）に駆動する。なお、コイル43dのコイルの巻かれている部分は磁界から外れているので、永久磁石から受ける力が常にゼロになるので、リニアモータ可動子45は動かない。

【0060】なお、この永久磁石とコイルの位置関係は一例であり、当然のことながら、コイルは磁極ユニット46上を移動する。したがって、リニアモータ可動子45を図の上下方向や左右方向に駆動させるコイルは常に

入れ替わる。そのため、レーザ干渉計133等によりウェハテーブル32の位置を正確に把握し、コイルに流す電流をフィードバック制御する。

【0061】図4の位置関係においては、コイル43aに電流を流すことによりX方向（図の上下方向）の駆動を制御でき、コイル43cに電流を流すことによりY方向（図の左右方向）の駆動を制御できる。このように移動ステージ71a等は、平面モータ60により、ガイド平面の2方向（X方向、Y方向）に運動可能である。

【0062】また、図1に示したように、ステージ装置1には、2つの平面モータ60が設けられているので、移動ステージ71a、71bはガイド平面に直交する軸の周り（ θ 方向）に運動可能である。例えば、図1の右側にある平面モータ60内のコイルに電流を流して、X方向に駆動する。一方、図1の左側にある平面モータ60内のコイルに電流を流して、右側の平面モータ60とは反対の方向に駆動する。すると、ガイド平面に直交する軸の周り（ θ 方向）にモーメント力が発生し、アーム41及び移動ステージ71a、71b等は、ガイド平面に直交する軸の周り（ θ 方向）を回転する。また、リニアモータ可動子45の推力バランスを調整することにより、ブレ等の少ない正確な駆動を行うことができる。さらに、各平面モータ60は、アーム41及び移動ステージ71a、71b等の各可動部材の重心付近を通る軸上に配置されているので、各可動部材の重心部に駆動力を与えることができ、高精度・高速度に位置制御ができる。

【0063】次に、移動ステージのガイド機構について説明する。アーム41の下部には、図1に示すように、X方向に貫通した長方形の断面の孔を有する箱型をした移動ステージ（ステージ兼スライダ）71aが固定されている。移動ステージ71aの側方には、図2に示すように、X方向に貫通した長方形の断面の孔を有する副移動ステージ（ステージ兼スライダ）71bが設けられている。両ステージ71a、71bは一体となるように接続されている。移動ステージ71aには、気体軸受（図示せず、図5参照）を介して、角柱型のガイド73aが嵌合されており、副移動ステージ71bには同じく気体軸受を介して、角柱型のガイド73bが嵌合されている。気体軸受により、移動ステージ71aとガイド73a及び副移動ステージ71bとガイド73bとはそれぞれ低摩擦で摺動可能となっている。また、ガイドを2本設けることにより、移動ステージ71aがX軸周りにがたつくことなく確実に駆動できる。

【0064】ガイド73a、73bの図1のX軸の正方向の端部には、Y方向に貫通した長方形の断面の孔を有する箱型をしたスライダ75が設けられている。スライダ75には、気体軸受（図示せず、図5参照）を介して、角柱型のガイド77が嵌合されている。ガイド77の内部には、詳しくは後述するが、気体軸受に気体を供給・排気する通路が形成されている。これにより、スラ

イダ75に気体を供給・排気する配管を接続する必要がなくなり、ステージの制御性が向上する。気体軸受により、スライダ75とガイド77とは低摩擦で摺動可能となっている。また、移動ステージ71a等のX方向の動き及びZ軸周りの回転を抑止できる。

【0065】一方、ガイド73a、73bのX軸の負方向の端部には、平たい長方形をしたスライダ76が設けられている。スライダ76の上下面には、気体軸受（図示せず、図5参照）を介して、角柱型のガイド78、79が配置されている。ガイド78、79の内部には、気体軸受に気体を供給・排気する通路が形成されている。気体軸受により、スライダ76とガイド78、79とは低摩擦で摺動可能となっている。このように、移動ステージ71aの両脇にガイドを2軸設けたので、移動ステージ71a等がY軸周りにがたつくことなく確実に摺動できる。

【0066】図5を参照しつつ、気体軸受の構成について説明する。図5には、ステージ装置1を構成するガイド77が示されている。ガイド77の周囲には、ガイド77に嵌合されたスライダ75の上面75bと一方の側面75aが分解されて示されている。なお、図5においては、気体軸受の構成の一例として、スライダ75とガイド77の気体軸受の構成について説明するが、他の気体軸受についても同様の構成を用いることができる。ただし、本発明の気体軸受の構成は、これに限定されるものではなく、様々な形態のものを用いることができる。

【0067】スライダ上面75bの摺動面の両端には、多孔オリフィス性の部材からなるエアパッド51が2個付設されている。2つのエアパッド51の間には、エア供給溝51cが長手方向の中央部に直線状に形成されている。各エアパッド51及びエア供給溝51cの外周には、エアを大気へ開放する大気開放ガードリング（溝）52、低真空（Low Vacuum）排気を行う低真空ガードリング53、高真空（High Vacuum）排気を行う高真空ガードリング55が順に形成されている。各ガードリング52、53、55の端部は半円状をしており、中央部分は長手方向に長い直線状をしている。

【0068】スライダの側面75aの摺動面の中央には、エアパッド51が1個付設されている。エアパッド51を横切るようにして、エア供給溝51cが長手方向の中央部に直線状に形成されている。エアパッド51及びエア供給溝51bの外周には、大気開放ガードリング52、低真空ガードリング53、高真空ガードリング55が順に形成されている。各ガードリング52、53、55の端部は半円状をしており、中央部分は長手方向に長い直線状をしている。

【0069】ガイド77の内部には、各エアパッド51やガードリング52、53、55にエアの供給・回収・排気を行う通路が形成されている。ガイド77の断面の図5の左上と右下には、高真空排気通路55aが長手方

向に貫通するように形成されている。高真空排気通路55aの側方には、L字型をした低真空排気通路53aが長手方向に貫通するように形成されている。低真空排気通路53aの側方には、L字型をした大気開放通路52aが長手方向に貫通するように形成されている。2つの大気開放通路52aに挟まれた中央部分は、エアパッド51にエアを供給するエア供給通路51aが長手方向に貫通するように形成されている。

【0070】通路55a、53a、52a、51aのガイド77の側面の中央部分には、孔55b、53b、52b、51bが形成されている。各孔は各ガードリング52、53、55及びエア供給溝51cに連通し、エアの供給・回収・排気を行う。各ガードリング52、53、55及びエア供給溝51cの中央部分は直線状となっている。したがって、スライダ75がY軸上を動いても、各孔が各ガードリング52、53、55及びエア供給溝51cから外れることはないで、常に各孔からのエア供給・回収・排気を行うことができる。

【0071】エア供給通路51aからエア供給溝51cにエアが供給され、エアパッド51からエアが噴出される。噴出されたエアは、大気開放ガードリング52を介して、大気開放通路52aから大気へ開放される。大気開放ガードリング52から洩れた気体は、低真空ガードリング53を介して、低真空排気通路53aから排気される。さらに高真空ガードリング55を介して、高真空排気通路55aから排気される。このようにして、エアパッドの空気が高真空に保たれているウェハチャンバー内にあまり洩れ出さなくなっている。

【0072】この実施の形態においては、移動ステージ71a及び副移動ステージ71bの内面の上下の両端部付近に2つずつ、各側面の中央部分に1つずつのエアパッド51が付設されている。また、スライダ75の内面の上下の両端部付近に2つずつ、各側面の中央部分に1つずつのエアパッド51が付設されている。さらに、スライダ76のガイド78、79と対向する位置には、エアパッド51がそれぞれ2つずつ形成されている。各エアパッド51の孔からエアが噴出されて、各ガイドと各スライダ（移動ステージ）の間に圧力を加えるので、各ガイドと各スライダ（移動ステージ）との間に一定の間隔を保つことができる。

【0073】上述のように、本発明においては、ステージをXY平面に直交する軸の周り（ θ 方向）の若干の自由度を持たせるようにエアパッド51を配置しているので、対向して設けられたリニアモータ可動子45の推力バランスを変えることにより、回転（ θ 方向）運動が可能である。ただし、回転角度は、気体軸受のギャップ間隔分だけであるので微小である。

【0074】次に、本発明の第2の実施の形態に係るステージ装置について説明する。図6は、本発明の第2の実施の形態に係るステージ装置の全体構成を示す斜視図

である。図7は、同ステージ装置のリニアモータ部分の側面図である。図6には、本発明の第2の実施の形態に係るステージ装置1'が示されている。ステージ装置1'の特徴としては、第1の実施の形態の平面モータを電機子コイルとマグネットで構成される一軸駆動のリニアモータとし、スライダ75、76の装置の外側にリニアモータを追加したことである。これにより、より高い推力を得られ、ヨーイングを抑制することができる。

【0075】ステージ装置1'のアーム41の両端には、電機子コイル43'が3つずつX方向に並べて配置されている。この電機子コイル43'とマグネット42a'、42b'とで、X方向に駆動するリニアモータ60'を形成する。

【0076】シリンダ75、76外側の端面には、図7に詳しく示すように、長方形の平板状をしたコイルジョイント81が突設されている。コイルジョイント81の先には、長方形の平板状をした電機子コイル83が設けられている。

【0077】各電機子コイル83の外側には、平たいコの字型をしたコの字部材85が、装置の中央にその開口側を向けて配置されている。コの字部材85のY方向の長さは、電機子コイル83が移動した時にも外れないように、十分に長くなっている。コの字部材85は、図示せぬ柱等を介して、定盤に固定されている。コの字部材85の上下の内面には、長方形の平板状をした磁石ユニット89a、89bが対向するように設けられている。

【0078】磁石ユニット89a、89bの間には、電機子コイル83がZ方向にある隙間を持って嵌め込まれている。電機子コイル83と磁石ユニット89a、89bとでリニアモータ80を形成する。リニアモータ80の駆動方向は、図6の場合であれば、Y方向となる。なお、電機子コイル83の端面とコの字部材85のコの字の奥の面との間は、ある隙間を持って配置されている。この隙間の分だけ電機子コイル83等は駆動方向以外にも若干の自由度を持っている。

【0079】アーム41に設けられたリニアモータ60'によりステージ装置1'のX軸駆動を行い、シリンダ75、76に設けられたリニアモータ80によりY軸駆動を行う。各リニアモータには、電機子コイルを用いるので、光軸上での磁場の乱れを少なく、磁気シールドを簡便にできる。また、各リニアモータは、各可動部材の重心を通る軸上に配置されているので、各可動部材の重心部に駆動力を与えることができ、高精度・高速度に位置制御ができる。

【0080】さらに、本発明においては、対向して設けられたリニアモータの推力バランスを変えることにより、回転（ θ 方向）運動が可能である。ただし、回転角度は、気体軸受のギャップ間隔分だけであるので微小である。また、リニアモータの推力バランスを調整することにより、ブレ等の少ない正確な駆動を行うことができ

る。特に、スライダ75、76の装置の外側にリニアモータを追加したことにより、より高い推力を得られ、ヨーイングを抑制することができる。

【0081】次に、本発明の第3の実施の形態に係るステージ装置について説明する。図8は、本発明の第3の実施の形態に係るステージ装置の可動部分を示す側面図である。このステージ装置の特徴は、第1の実施の形態の平面モータを上下に重なる2つずつのリニアモータとしたことである。これにより、各可動部材の重心部に駆動力を与えることができ、高精度・高速に位置制御ができる。

【0082】図8の中央部には、ガイド73'が断面で示されている。ガイド73'の端部には、第1の実施の形態と同じく、シリンダ75、76が設けられている。シリンダ75、76は、気体軸受を介して、ガイド77、78、79とY軸方向にスライド可能に嵌合している。

【0083】ガイド73'には、気体軸受を介して、移動ステージ71'がX軸方向にスライド可能に嵌合されている。移動ステージ71'は、図1の移動ステージ71aに対応している。移動ステージ71'の上部には、ウェハテーブル32が設けられている。移動ステージ71'の中央付近には、ウェハテーブル32等を含めた可動部材の重心Gが示されている。

【0084】移動ステージ71'の図の左右の端面には、上下に重なるように、コイルジョイント91が4つ突設されている。コイルジョイント91の先には、ある厚さを有する平板状をした電機子コイル93が設けられている。各電機子コイル93の外側には、平たいコの字型をしたコの字部材95が、装置の中央にその開口側を向けて配置されている。コの字部材95の上下の内面には、長方形の平板状をした磁石ユニット99a、99bが対向するように設けられている。各電機子コイルと磁石ユニット99a、99bにより、一軸駆動のリニアモータを構成する。

【0085】例えば、図の左上のリニアモータ90a及び図の右下のリニアモータ90dをX軸方向に駆動するリニアモータとする。そして、図の左下のリニアモータ90b及び図の右上のリニアモータ90cをY軸方向に駆動するリニアモータとする。

【0086】このように、駆動方向の同じリニアモータが対角位置に配置されているので、可動部材の重心Gに駆動力を与えることができる。また、リニアモータの積層構造により、X軸周りがなつきがなく、第1の実施の形態の副移動ステージ71b及びガイド73bを設ける必要がない。

【0087】以上、図1～図14を参照しつつ、本発明の実施の形態に係るステージ装置等について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、様々な変更を加えることができる。

【0088】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、磁場の乱れが少なく、装置が簡単で、制御性を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るステージ装置の全体構成を示す斜視図である。

【図2】同ステージ装置を下方から見た斜視図である。

【図3】リニアモータ可動子の側面断面図である。

【図4】平面モータの構造を示す平面図である。

【図5】スライダに設けられた気体軸受の構成を示す分解斜視図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態に係るステージ装置の全体構成を示す斜視図である。

【図7】同ステージ装置のリニアモータ部分の側面図である。

【図8】本発明の第3の実施の形態に係るステージ装置の可動部分を示す側面図である。

【図9】本発明の実施の形態に係るステージ装置を搭載できる荷電粒子ビーム（電子線）露光装置を示す図である。

【図10】特開昭62-182692に開示されたステージ装置140を示す斜視図である。

【図11】WO99/66221に開示されたステージ装置を示す断面図である。

【図12】同ステージ装置のエアベアリングの構成を示す分解斜視図である。

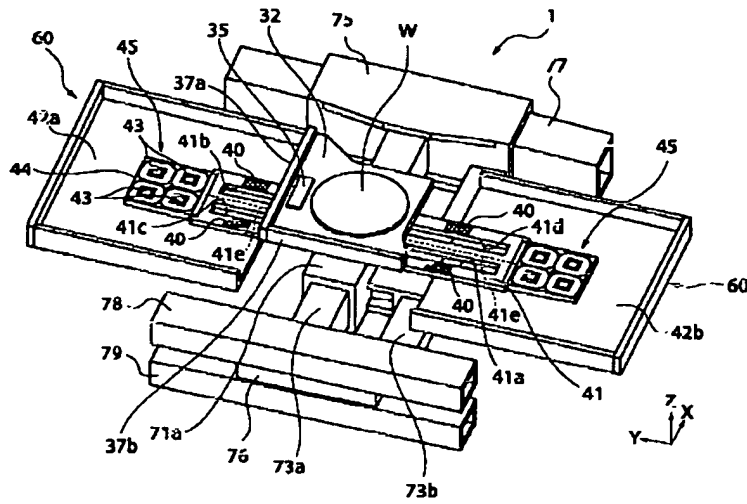
【図13】特開平9-34135に開示されたステージ装置を示す斜視図である。

【図14】同ステージ装置の平面図である。

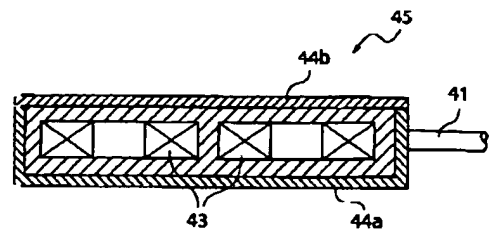
【符号の説明】

1	ステージ装置		
32	ウェハテーブル	35	マークプレート
37a、37b	センサプレート	40	ピエゾ
41	アーム	41a、41b、41c、41d	孔
42a、42b	リニアモータ固定子	43	扁平コイル
44	キャン	45	平面モータ可動子
46a、46b	磁極ユニット		
51	エアパッド	52	大気開放ガードリング
53	低真空ガードリング	55	高真空ガードリング
60	リニアモータ	71a、71b	移動ステージ
73a、73b、77、78、79	ガイド		
75、76	シリンダ		

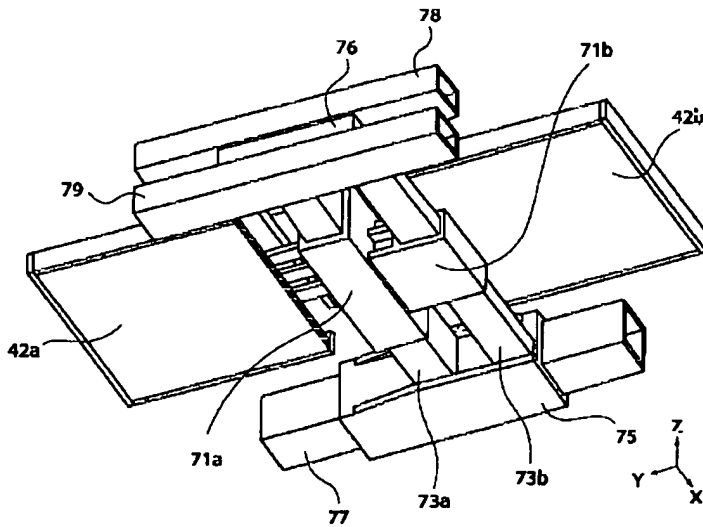
【図1】



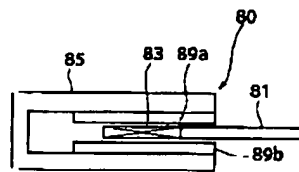
【図3】



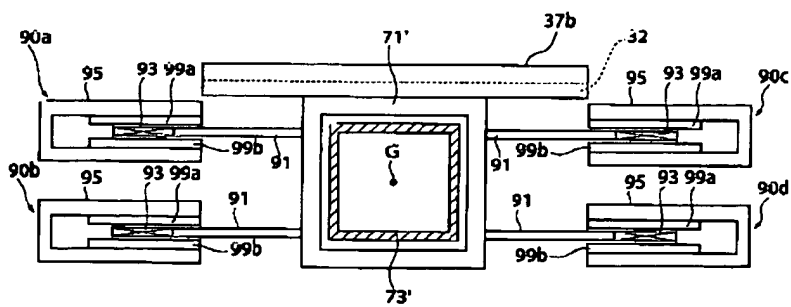
【図2】



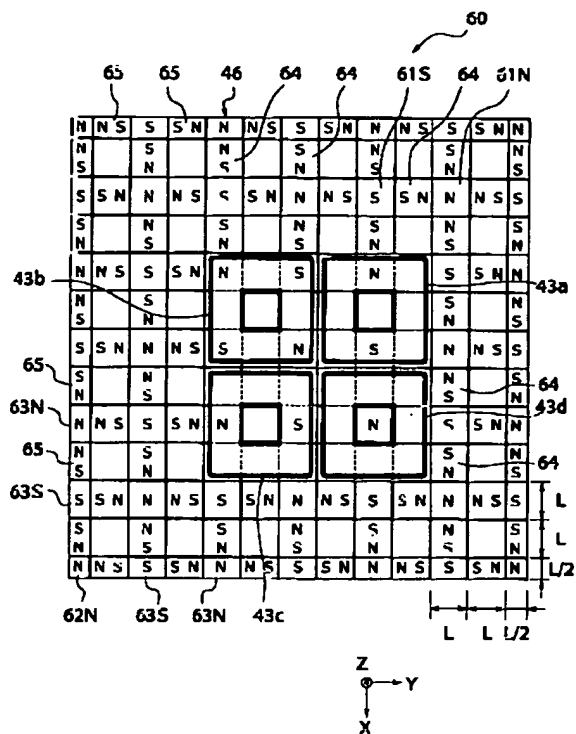
【図7】



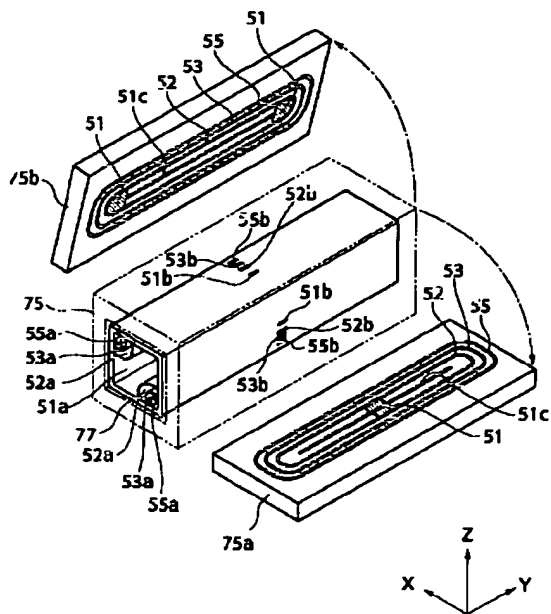
【図8】



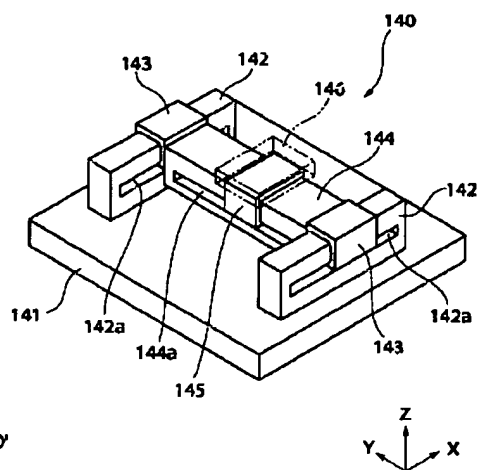
【図4】



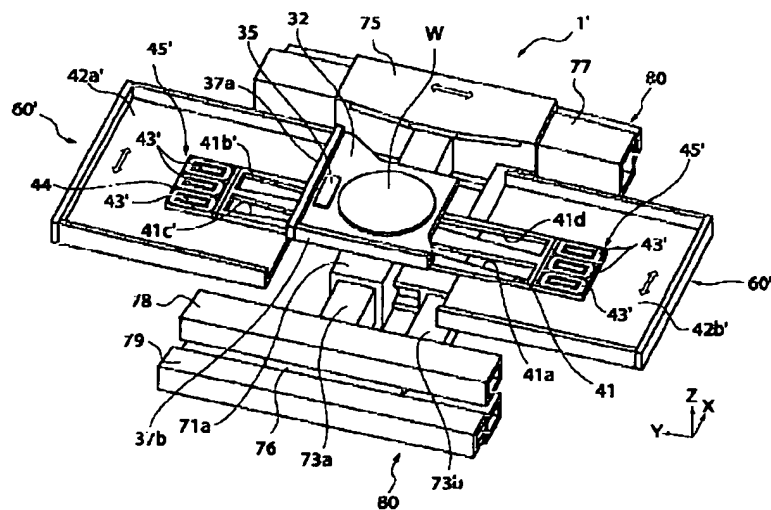
【図5】



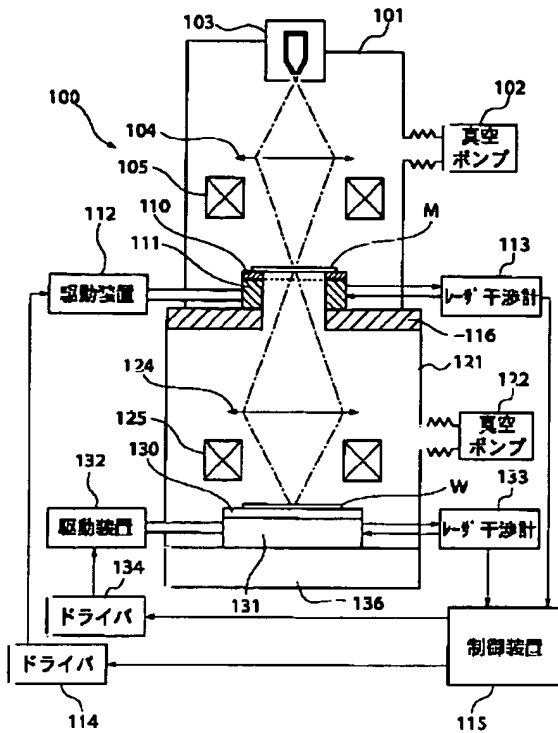
【図10】



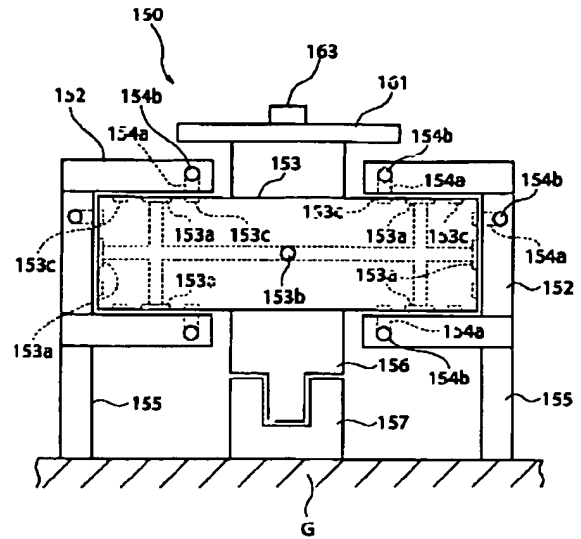
【図6】



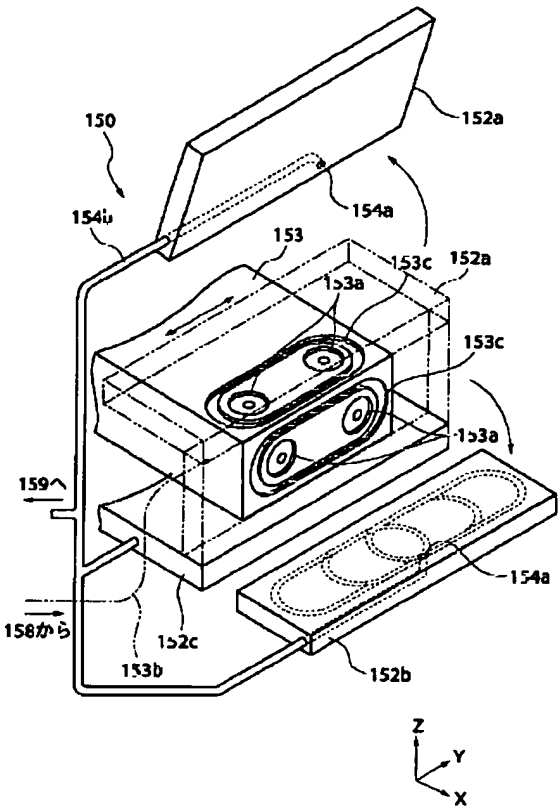
【図9】



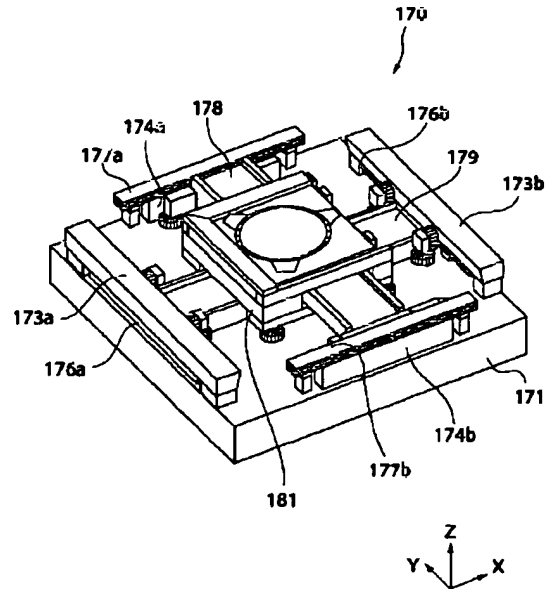
【図11】



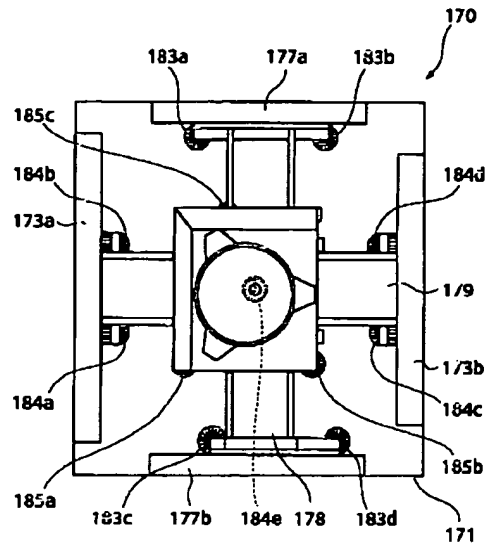
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	(参考)
H 0 1 L 21/68		H 0 1 L 21/68	R
		H 0 2 K 41/03	A
H 0 2 K 41/03		H 0 1 L 21/30	5 4 1 L

Fターム(参考) 2F078 CA08 CB09 CB12 CB16 CC15
 3J102 AA02 BA05 BA09 BA11 CA19
 CA27 CA36 EA02 EA07 EA18
 EA22 EA23 FA08 GA01 GA19
 GA20
 5F031 CA02 HA16 HA55 KA06 KA08
 LA02 LA08 LA10 MA27
 5F056 CB22 EA14
 5H641 BB06 BB15 BB16 BB17 GG03
 GG05 GG07 GG11 GG12 GG23
 GG26 GG29 HH02 HH05 JA06
 JA09 JB05